



L'impact du concept de problème sur son processus de résolution. Application à la conception de systèmes techniques

Sébastien Dubois, Nathalie Gartiser

► To cite this version:

Sébastien Dubois, Nathalie Gartiser. L'impact du concept de problème sur son processus de résolution. Application à la conception de systèmes techniques. 6e Congrès international de génie industriel, Jun 2005, Besançon, France. pp.NA. hal-00340974

HAL Id: hal-00340974

<https://hal.science/hal-00340974>

Submitted on 24 Nov 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'impact du concept de problème sur son processus de résolution. Application à la conception de systèmes techniques

Sébastien Dubois¹, Nathalie Gartiser

Laboratoire de Génie de la Conception - Equipe LICIA
INSA de Strasbourg - 24 bld de la Victoire - 67084 Strasbourg Cedex

¹dubois@mail.insa-strasbourg.fr

RÉSUMÉ : La résolution de problèmes est un enjeu majeur de la conception. Afin de mener à bien cette résolution de problèmes, il est nécessaire de comprendre la nature des connaissances manipulées. Pour cela cet article propose de positionner épistémologiquement la résolution de problèmes, en conception de systèmes techniques. L'analyse des fondements épistémologiques présents dans la littérature montre qu'ils sont pertinents pour certains aspects de la résolution de problèmes en conception, mais qu'ils ne permettent pas d'appréhender ce processus dans sa globalité. Pour palier ce fait, il est proposé ici une description de la résolution de problèmes, en conception de systèmes techniques, selon un triptyque problème – formulation du problème – synthèse d'une solution. Le positionnement épistémologique au regard de ce triptyque amène à la définition d'une épistémologie partagée, entre positivisme et constructivisme. L'analyse des axiomes de la TRIZ, une approche particulière de la conception, justifie la nécessité de l'épistémologie partagée. Cette analyse est ainsi l'ébauche d'une validation du cadre épistémologique proposé.

MOTS-CLÉS : Conception des produits, épistémologie, problèmes.

1. Introduction

La résolution de problèmes est une activité commune et cruciale à de nombreux domaines. Elle est notamment reconnue comme étant d'une importance capitale en conception (Simon, 1987). Cette activité ne peut être dissociée de la formulation desdits problèmes. En effet, formuler correctement un problème revient quasiment à le résoudre. Mais que veut dire formuler « correctement » un problème ? Cela doit au moins signifier ne pas commettre d'erreur de type III, c'est-à-dire ne pas résoudre le mauvais problème, au sens de la typologie des erreurs proposée par (Raïffa, 1973)¹. Cette assertion suppose de pouvoir distinguer les vrais des faux problèmes. On peut donc légitimement se poser la question de ce qu'est un vrai problème.

Les différentes réponses apportées à cette question montrent une hétérogénéité dans la manière d'aborder le concept de problème et de le formuler, et donc dans la manière d'en conduire le processus de résolution (Dorst, 1997). Le concept de problème est fortement lié à la nature de la connaissance manipulée. De fait, dans le domaine de la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques, il est fondamental de clarifier le type de connaissances nécessaires à la résolution desdits problèmes. Il est donc nécessaire de positionner épistémologiquement le concept de problèmes.

¹ Une autre erreur typique constatée en conception est l'erreur de type IV : résoudre le bon problème mais trop tard. N'introduisant pas dans cet article les dimensions temporelles, nous ne considérerons pas ce type d'erreur.

Dans cet article, est proposé de positionner la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques dans une épistémologie partagée (Gartiser et al., 2005), basée sur les épistémologies positivistes et constructivistes, telles que présentées dans (Le Moigne, 1995). Ce cadre épistémologique partagé permet au concepteur de se positionner dans le triptyque problème – formulation du problème – synthèse d’une solution, qui caractérise la résolution de problèmes en conception.

Une première étape de validation du cadre proposé est l’analyse d’une théorie de résolution de problèmes en conception de systèmes techniques, la TRIZ (Altshuller, 1988), au regard du cadre épistémologique partagé. L’objectif est de montrer que les épistémologies positivistes et constructivistes sont à la fois pertinentes sur certaines dimensions du triptyque, et insuffisantes pour aborder la globalité de la résolution de problèmes en conception. Cette présentation montre la pertinence du cadre partagé au regard des connaissances manipulées lors d’une résolution de problèmes par la TRIZ.

2. Une épistémologie partagée pour les résolution de problèmes en conception de systèmes techniques

L’objectif de cette partie est de présenter la cadre épistémologique partagé dans lequel nous proposons d’inscrire la démarche de résolution de problèmes en conception de systèmes techniques. Ce cadre épistémologique partagé repose sur les fondements épistémologiques présentés par Le Moigne. La construction de ce cadre est présentée plus en détail dans (Gartiser et al., 2005).

L’intérêt de ce cadre partagé est de permettre de positionner la résolution de problèmes en conception au regard du triptyque : problème, formulation du problème et synthèse d’une solution.

Les fondements épistémologiques seront tout d’abord définis au travers des hypothèses sur lesquelles ils reposent. La résolution de problèmes sera alors présentée au travers du triptyque problème – formulation du problème – synthèse d’une solution. Puis sera spécifiée la nature de la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques qui conduit à la définition d’une épistémologie partagée.

2.1. Description générale des fondements épistémologiques

Dans (Le Moigne, 1995), sont présentés deux contextes épistémologiques bien différents : le positivisme et le constructivisme. Ces contextes sont discriminés, en particulier, au travers de deux questions portant sur la légitimité des connaissances utilisées pour tout raisonnement :

- la question gnoséologique, qui porte sur la nature de la connaissance ;
- la question méthodologique, qui porte sur la manière dont la connaissance est constituée.

Le tableau 1 présente le positionnement des épistémologies constructivistes et positivistes au regard de ces deux questions.

		Principe méthodologique	
		Modélisation analytique Raison suffisante	Modélisation systémique Action Intelligente
Hypothèses gnoséologiques	Ontologique Déterministe	Epistémologies positivistes	
	Phénoménologique Téléologique		Epistémologies constructivistes

Tableau 1. Positionnement des fondements épistémologiques, selon (Le Moigne, 1995)

Les épistémologies positivistes reposent sur :

- l'hypothèse ontologique, qui considère que la connaissance produite par la science est une connaissance sur la réalité, indépendamment des observateurs qui la décrivent ;
- l'hypothèse déterministe, qui pose l'existence d'une forme de détermination interne, propre à la réalité, et qui conduit à la recherche de lois causales gouvernant la réalité ;
- la modélisation analytique, qui vise à décomposer un problème en sous-problèmes élémentaires ;
- le principe de raison suffisante, qui met en évidence des relations de cause à effet.

Les épistémologies constructivistes reposent sur :

- l'hypothèse phénoménologique, qui avance que les interactions entre l'objet et le sujet sont à la base des connaissances ;
- l'hypothèse téléologique, qui vise à prendre en compte l'intentionnalité ou la finalité du sujet par rapport à l'objet ;
- la modélisation systémique, qui décrit une action dans son contexte, faisant de l'interaction objet-sujet une source de complexité ;
- le principe d'action intelligente, qui vise à construire une représentation des problèmes perçus par le sujet et qui cherche à le résoudre.

Ces fondements épistémologiques doivent être observés pour la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques.

2.2. La résolution de problèmes en conception de systèmes techniques

Plusieurs dimensions caractérisent la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques. (Bonnardel, 2000) présente les problèmes de conception comme étant ouverts et mal définis. Les problèmes de conception sont ouverts car ils ne comportent pas une solution unique, mais un ensemble de solutions pouvant satisfaire les données du problème. La synthèse d'une solution à un problème donné résulte donc du choix d'une solution satisfaisante parmi un ensemble de possibles. Par ailleurs, le problème, en conception, est considéré mal défini car la formulation initiale du problème est incomplète et ne suffit pas à la synthèse d'une solution. Les informations précisant le problème à résoudre sont collectées au fur et à mesure des tentatives de résolution de celui-ci. Formulation du problème et synthèse d'une solution sont deux processus concomitants.

Cette notion d'espace ouvert, non délimité, et de définition itérative du problème peut être rapprochée de celle de structuration des problèmes telle que définie dans (Simon, 1973). En effet, le fait que l'ensemble des solutions ne soit pas a priori connu, et que, de plus, la solution désirée soit affinée au fur et à mesure de la résolution du problème justifie de considérer les

problèmes de conception comme mal structurés. L'ensemble des critères caractérisant les problèmes structurés sera repris au paragraphe 3.2.

La résolution de problèmes en conception résulte donc des processus de formulation, de compréhension, du problème et de la synthèse d'une solution au problème élicité. (Simon, 1987) définit la conception comme l'entrelacement des processus de génération, de compréhension et de résolution de problèmes. Dans cet article, l'expression résolution de problèmes est réservée à l'ensemble du cheminement partant de l'apparition du problème à sa résolution. La synthèse d'une solution réfère alors à la phase proprement dite d'identification d'une solution, parmi l'ensemble des potentielles. Le problème est admis comme condition nécessaire à sa résolution. N'est pas considéré ici de processus de génération du problème (contrairement à Simon), mais uniquement le problème généré. La formulation du problème est le processus partant du problème initial, initiateur de la résolution, à une formulation précise et complète du problème, formulation qui en permet la résolution.

La résolution de problèmes, en conception de systèmes techniques, repose donc sur un triptyque problème – formulation du problème – synthèse d'une solution, tel que présenté sur la figure 1.

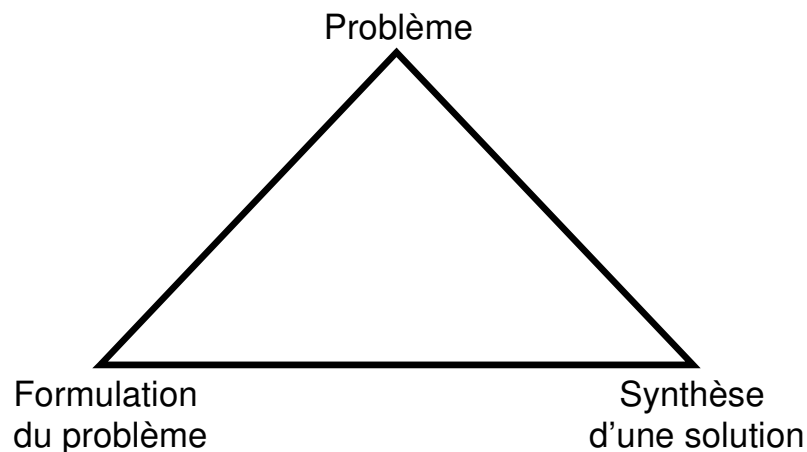


Figure 1. Le triptyque de la résolution de problèmes

Il est maintenant possible d'analyser l'inscription épistémologique de la résolution de problèmes, en conception de systèmes techniques, au regard de ce triptyque.

2.3. Définition d'une épistémologie partagée pour la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques

L'analyse épistémologique de la résolution de problèmes est proposée ici en positionnant séparément les trois éléments constitutifs du triptyque sur la base des fondements épistémologiques présentés au paragraphe 2.1. Ce positionnement est illustré sur la figure 2.

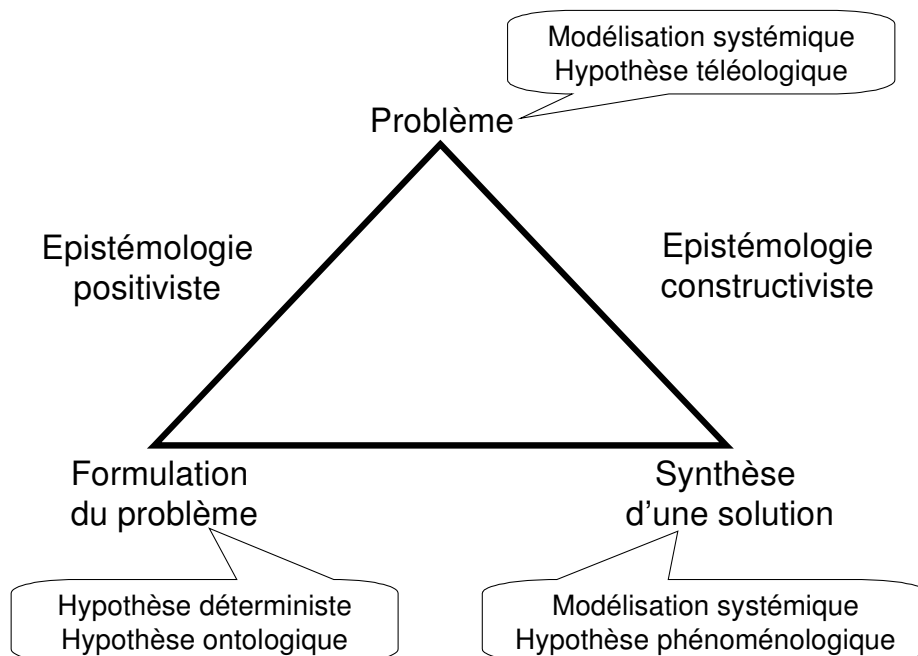


Figure 2. Une épistémologie partagée pour la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques

Tout d'abord, afin de positionner le problème comme générateur de la résolution de problème, il faut préciser que l'activité de conception n'est enclenchée que si l'acteur, concepteur ou entreprise, y reconnaît un intérêt. L'intentionnalité est l'un des facteurs déclenchant de la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques. Dans (Gartiser et al., 2005) est présenté le concept de problème comme étant issu d'une situation problématique, i.e. une situation dans laquelle un inconfort est ressenti, qui soit à la fois jugée préoccupante et pour laquelle existent des moyens d'agir. Le problème ainsi défini reprend la notion importante de volonté d'un individu de changer la situation problématique, faisant de l'hypothèse téléologique la réponse à la question gnoséologique des problèmes en conception. Par ailleurs, la dimension systémique (Ellul, 1977; Simon, 1991) s'est imposée comme l'une des bases d'appréhension des problèmes, notamment en conception de systèmes techniques. Le problème repose donc sur la modélisation systémique.

La formulation du problème se doit d'être une démarche structurante. L'approche rationnelle proposée dans (Dorst, 2003), inscrite dans une épistémologie positiviste, abonde en ce sens. Le concepteur est confronté à un souci de justification qui l'oblige à expliciter ses choix et ses démarches. Dans ce contexte d'explicitation, il lui est nécessaire, sinon d'être objectif mais tout du moins de faire émerger une vision partagée du problème, c'est-à-dire de faire partager sa subjectivité. Il lui faut donc caractériser une certaine partie de la réalité qui ne donne pas lieu à discussion, et ainsi identifier les caractéristiques objectives de cette réalité. La formulation des problèmes, en conception de systèmes techniques, doit s'appuyer sur des connaissances objectives du monde et sur les lois gouvernant la réalité. Cette approche de la formulation des problèmes la fait reposer sur les hypothèses ontologique et déterministe. La

phase de formulation des problèmes, à partir de l'existence d'un problème s'inscrit donc dans une épistémologie positiviste.

La synthèse d'une solution, c'est-à-dire une modification de la situation problématique reconnue satisfaisante, dans un espace ouvert de situations possibles, résulte d'un point de vue du concepteur sur la réalité. La synthèse de la solution repose d'avantage sur l'hypothèse phénoménologique. La synthèse d'une solution ne peut pourtant reposer sur le seul point de vue du concepteur. Il est au contraire nécessaire d'assurer la bonne intégration d'une solution dans un environnement existant. De nombreuses contraintes imposent la manière de concevoir une solution, les normes en sont un exemple. La synthèse d'une solution doit inscrire le système technique dans un environnement existant, et ne peut qu'être le fruit d'une modélisation systémique.

Par rapport à ce qui a été présenté précédemment, la proposition suivante peut ainsi être faite : le résolveur doit résoudre le problème sur la base de ses interactions avec la réalité mais en prenant en compte, c'est-à-dire en identifiant, les éléments la caractérisant objectivement.

Comme vu préalablement, les problèmes de conception trouvent dans les épistémologies positiviste (tout au moins l'hypothèse ontologique présentée par Le Moigne, 1995) et constructiviste, un écho permettant d'avancer dans la compréhension du processus de résolution de problèmes en conception de systèmes techniques. La proposition faite ici, est donc, conformément aux conseils prodigués par Le Moigne dans la conclusion de son ouvrage (1995, p.119), de définir une nouvelle voie épistémologique afin d'aborder la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques.

Notre position est de considérer que la démarche de résolution de problèmes, liée à la conception de systèmes techniques, peut relever d'une vision épistémologique partagée, entre positivisme et constructivisme :

- **le problème** existe du fait d'une intentionnalité de le résoudre et s'inscrit dans une vision systémique ;
- **la formulation du problème** relève davantage de dimensions objectivistes (basées en particulier sur les hypothèses ontologique et déterministe du positivisme) ;
- **la synthèse d'une solution**, c'est-à-dire la recherche effective de solution relève plutôt de dimensions constructivistes (basée davantage sur son hypothèse phénoménologique et sa modélisation systémique).

La conception peut être vue comme une démarche de compréhension et donc de formulation d'une réalité objective et comme la synthèse d'une solution (correspondant à la résolution du problème) modifiant cette réalité selon un certain nombre d'interprétations de cette réalité, fruits de l'interaction entre d'une part le concepteur et les différentes parties concernées par le problème et d'autre part le problème lui-même.

3. Ebauche de validation de l'épistémologie partagée

Un cadre épistémologique a été proposé pour analyser les problèmes en conception de systèmes techniques. Il est nécessaire de valider ce cadre au travers des démarches de résolution desdits problèmes.

3.1. Démarche de validation

La proposition d'un cadre épistémologique sous-tend la définition de la nature des connaissances manipulées. Il est donc nécessaire d'assurer que le cadre défini permet

d'intégrer les démarches et les connaissances relatives aux concepts manipulés, à savoir relatives aux problèmes de conception de systèmes techniques. Pour satisfaire ce besoin, il est proposé d'analyser les démarches de résolution de problèmes au travers du cadre épistémologique proposé. L'objectif de cette analyse est uniquement d'identifier la nature des connaissances manipulées, sans porter de jugement sur les approches étudiées et en supposant valables les axiomes de ces approches. Ce travail n'est pour l'instant qu'à l'état d'ébauche et seule une théorie de la conception, la TRIZ, a fait l'objet de cette étude. La TRIZ est l'une, parmi de nombreuses, démarches de conception usitées dans les entreprises. Un intérêt croissant a été montré par les entreprises ces dernières années envers la TRIZ. Cet intérêt est, par ailleurs, à l'origine de travaux actuels de formalisation (Dubois, 2004). Aussi, le choix d'entamer le processus de validation du cadre partagé à travers les connaissances manipulées dans la TRIZ fut-il évident. Il reste à étendre ce travail à d'autres approches et démarches de résolution de problèmes en conception de systèmes techniques.

3.2. Présentation de la TRIZ

La TRIZ, acronyme russe signifiant « Théorie de Résolution de problèmes Inventifs » (Altshuller, 1988), est une théorie de la conception centrée sur la formulation et la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques. Cette théorie fut formalisée par l'analyse des solutions techniques, des problèmes résolus par ces solutions et de leur mode d'évolution. L'intérêt porté à cette théorie vient en partie du fait qu'elle permette de structurer, au sens de Simon, les problèmes de conception. Afin de valider cette assertion, une présentation de la TRIZ est proposée au travers des six critères, issus de (Simon, 1973), définissant les problèmes structurés.

- La première condition à un problème structuré est l'existence d'un critère défini permettant de tester toute solution proposée, et un processus mécanique d'application de ce critère. La TRIZ propose de formuler une solution idéale maximalisant les fonctionnalités d'un système sans engendrer aucun effet nuisible. Toute évolution est alors comparée à cette solution idéale afin de mesurer l'apport de la solution proposée. Cette solution idéale est un critère permettant de valider une solution proposée.
- Un second critère est l'existence d'au moins un espace de problèmes dans lequel peuvent être représentés l'état du problème, l'état du but, ainsi que tout état pouvant être atteint ou considéré, durant les tentatives de résolution du problème. La TRIZ propose un mode de représentation des problèmes selon différents cadres de formulation. Des travaux d'extraction et de représentation des connaissances de la TRIZ (Dubois, 2004) ont permis de construire un modèle formel de ces cadres. Ce modèle peut servir à la représentation des états successifs de connaissance.
- Le critère suivant précise que les changements des états atteignables doivent être représentés dans l'espace de problèmes, comme des transitions d'un état donné aux états directement atteignables. Des outils de transformation du modèle existent dans la TRIZ. Ces outils sont un ensemble de règles heuristiques modifiant l'état considéré vers un nouvel état plus proche de la solution.
- Il est nécessaire de pouvoir représenter, dans un ou plusieurs espaces de problèmes, toute connaissance sur le problème pouvant être acquise par le résolveur. Le modèle proposé dans (Dubois, 2004) satisfait ce point d'un point de vue statique.
- Il est nécessaire de pouvoir refléter avec précision les lois régissant le monde extérieur. Dans le cadre des systèmes techniques, les lois de la physique sont connues et formalisées, elles peuvent donc être représentées. En outre, la TRIZ propose huit

lois décrivant l'évolution des systèmes techniques. Ce point est d'ailleurs important à noter. En effet, si l'évolution des systèmes est régie par un ensemble de lois, cela signifie que les problèmes relatifs aux systèmes techniques existent objectivement.

- Un dernier critère, déduit des précédents, précise que l'ensemble des transformations possibles doit permettre d'acquérir les connaissances nécessaires et de préciser l'état solution en un nombre fini d'opérations. Le principe de résolution de la TRIZ repose sur la constitution d'un processus convergent (Gartiser et al., 2002). Ce processus convergent permet en fait de formuler une solution satisfaisante en un nombre fini d'étapes.

Cette présentation de la TRIZ comme une démarche structurante des problèmes de conception de systèmes techniques permet d'introduire, outre les éléments fondateurs de la théorie, les caractéristiques principales des connaissances manipulées. Ces connaissances vont être analysées au travers de l'épistémologie partagée.

3.3. Description de la TRIZ au travers de l'épistémologie partagée

Le but ici est de vérifier que le modèle (i.e. la vision épistémologique partagée entre positivisme et constructivisme) est cohérent par rapport à une démarche de conception particulière, la TRIZ, et en permet une meilleure compréhension. Des travaux de recherche restent encore à mener afin de valider la pertinence de cette épistémologie partagée comme cadre général à la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques, notamment l'analyse d'autres démarches de résolution de problèmes de conception.

En l'état actuel des travaux, il est possible de positionner un certain nombre d'axiomes de la TRIZ par rapport aux hypothèses ontologique, déterministe et téléologique, ainsi que par rapport à la modélisation systémique.

- Comme énoncé précédemment, la TRIZ repose sur le fait que les systèmes techniques évoluent en respectant un certain nombre de lois immuables. Cet ensemble de lois, huit au total, impose que toute conception ne peut se faire que par l'accomplissement d'au moins l'une parmi les huit. Ce point se rattache de manière évidente à l'hypothèse déterministe.
- Dans sa démarche de résolution de problèmes, la TRIZ fait explicitement référence aux lois de la physique. En effet, celles-ci sont considérées comme génératrices des problèmes lors de l'évolution des systèmes techniques. Ces lois physiques relèvent des connaissances scientifiques portant sur la réalité, donc de l'hypothèse ontologique.
- Il a déjà été spécifié que l'intentionnalité, c'est-à-dire l'hypothèse téléologique, est un facteur déclenchant de l'activité de conception. Dans la TRIZ, cette intentionnalité est explicitée par la formulation d'un idéal à atteindre (appelé Résultat Idéal Final). Cet idéal permet de guider la résolution de problèmes vers la solution la mieux appropriée à l'entreprise.
- Enfin, la modélisation systémique, l'un des deux principes méthodologiques du constructivisme, est totalement intégrée à la TRIZ. Elle est, notamment, reprise dans les lois d'évolution qui stipulent qu'une solution technique ne se limite pas à l'agrégation d'éléments mais également à leur mise en relation en un tout cohérent. Au delà de la vision systémique de la solution technique elle-même, la TRIZ impose explicitement de la contextualiser en la positionnant dans son environnement.

Les différents axiomes de la TRIZ relèvent, de manière évidente, de paradigmes épistémologiques différents. Ainsi positivisme et constructivisme apportent partiellement des éléments de compréhension à la TRIZ. Toutefois aucune ne permet de comprendre la TRIZ

dans sa globalité. La proposition d'une vision épistémologique partagée apporte une réponse à cette limite. L'épistémologie partagée permet d'appréhender que la résolution de problèmes, en conception de systèmes techniques, est le fruit d'allers-retours, enrichissants, entre les épistémologies positivistes et constructivistes.

4. Conclusion

L'importance de positionner épistémologiquement la nature des connaissances manipulées dans la résolution de problèmes est évidente. Pour autant, ce travail n'a pas été totalement réalisé pour la conception des systèmes techniques. Cela tient certainement à la complexité de ces problèmes. Le positionnement épistémologique permet de spécifier la nature des connaissances manipulées, et de préciser ainsi la manière dont elles doivent être traitées.

Les cadres épistémologiques traditionnels ne semblent pas répondre aux spécificités de la résolution de problèmes en conception de systèmes techniques, un nouveau cadre doit donc être proposé.

L'étude des connaissances manipulées au travers d'une démarche de résolution de problèmes en conception de système technique, la TRIZ, montre la nécessité de définir une vision épistémologique partagée incluant :

- l'hypothèse déterministe, quant à la manière dont les systèmes techniques évoluent
- l'hypothèse ontologique, sur la nature des obstacles à l'évolution des systèmes techniques
- l'hypothèse téléologique, sur le facteur déclenchant l'acte de conception
- la modélisation systémique, sur la manière de modéliser le comportement des systèmes techniques et leur interaction avec l'environnement.

Si la nécessité d'une épistémologie partagée est démontrée et si certains éléments constitutifs de cette épistémologie ont été identifiés, il faudra toutefois s'assurer que ces éléments sont les seuls. Il reste à étendre cette analyse, en la complétant avec d'autres démarches de résolution de problèmes en conception de systèmes techniques, afin de valider la complétude de notre modèle.

Références bibliographiques

Altshuller G. S., (1988) *Creativity as an Exact Science*. New York, Gordon and Breach.

Bonnardel N., (2000) "Towards understanding and supporting creativity in design: analogies in a constrained cognitive environment." *Knowledge-Based Systems* **13**: 505-513.

Dorst K., (1997) *Describing Design - A comparison of paradigms*. Delft, The Netherlands, Technische Universiteit Delft.

Dorst K., (2003) "Exploring the Structure of Design Problems." *International Conference on Engineering Design, ICED 03*, Stockholm, Sweden.

Dubois S., (2004) Contribution à la formulation des problèmes en conception de systèmes techniques. Etude basée sur le TRIZ. *Sciences Pour l'Ingénieur*, Strasbourg, France, Université Louis Pasteur.

Ellul J., (1977) *Le système technicien*. Paris, Calman-Lévy.

Gartiser N. and S. Dubois, (2005) "Du problème à son processus de résolution: entre positivisme et constructivisme. Application à la conception de systèmes techniques." *XIVième Conférence Internationale de Management Stratégique, AIMS'2005*, Angers, France.

Gartiser N., D. Kucharavy, et al., (2002) "Le Processus Convergent de la TRIZ: Une démarche Economiquement Efficace de Recherche de Solutions en Conception." *Colloque IPI*, Grenoble, France.

Le Moigne J.-L., (1995) *Les épistémologies constructivistes*. Paris, Presses Universitaires de France.

Raïffa H., (1973) *Analyse de la décision. Introduction aux choix en avenir incertain*, Dunod.

Simon H. A., (1973) "The structure of ill-structured problems." *Artificial Intelligence* **4**: 181-201.

Simon H. A., (1987) "Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving." *1st International Congress on Planning and Design Theory*, Boston, USA.

Simon H. A., (1991) *Sciences des Systèmes, Sciences de l'Artificiel*. Paris, Dunod.